L22DC

SAVILLS I.M. SGR S.P.A.
Sede: Via San Paolo
20121 Milano

LIN10
Via della Costa, 2, Treviglio (BG), 24047
Edificio Ad Uso Data Center

VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE
Ai sensi degli artt. 23-25 del D.Lgs.152/06

Documento:
4210_ES V LCA 01 - Life Cycle Assessment Report

Data
17 Dicembre 2025

Proprietario
Savills I.M. SGR S.p.A

Firmato digitalmente da: PAOLA ENRICA FIORINI
Data: 19/12/2025 16:42:55

Progettista
Arch. Marco Amosso
Lombardini S.p.A

Firmato digitalmente da: Marco Amosso
Data: 17/12/2025 18:39:54

SOMMARIO

1.	INTRODUZIONE LCA	4
2.	DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO	5
3.	METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEL CICLO DI VITA	10
3.1.	Software	10
3.2.	Quadro normativo	10
3.3.	System Boundary	11
3.4.	Categorie di impatto	13
3.5.	Building elements	14
4.	ANALISI LCA di LIN10	16
4.1.	Dati iniziali	16
4.2.	Fonte dei dati	16
4.3.	Strategia sui materiali	16
4.4.	Strategia impiantistiche	20
5.	RISULTATI LCA DI LIN10	21
5.1.	Riepilogo dei risultati LCA materiali – Embodied impact	21
5.2.	Riepilogo dei risultati LCA energia – Operational impact	21
5.3.	Grafici materiali - Embodied impact	22
5.3.1.	Grafico 1: Global warming potential (GWP) per fase del ciclo di vita	22
5.3.2.	Grafico 2: Global warming potential (GWP) per elemento costruttivo	22
5.3.3.	Grafico 3: Ozone depletion potential (ODP) per fase del ciclo di vita	22
5.3.4.	Grafico 4: Ozone depletion potential (ODP) per elemento costruttivo	23
5.3.5.	Grafico 5: Acidification potential (AP) per fase del ciclo di vita	23
5.3.6.	Grafico 6: Acidification potential (AP) per elemento costruttivo	24
5.3.7.	Grafico 7: Eutrophication potential (EP) per fase del ciclo di vita	24
5.3.8.	Grafico 8: Eutrophication potential (EP) per elemento costruttivo	25
5.3.9.	Grafico 9: Formation of ozone of lower atmosphere (POCP) per fase del ciclo di vita	26
5.3.10.	Grafico 9: Formation of ozone of lower atmosphere (POCP) per elemento costruttivo	26
5.3.11.	Grafici energia - Operational impact	26

5.3.12. Grafico 1: Global warming potential (GWP) per fase del ciclo di vita 27

5.3.13. Grafico 2: Ozone depletion potential (ODP) per fase del ciclo di vita 27

5.3.14. Grafico 3: Acidification potential (AP) per fase del ciclo di vita 27

5.3.15. Grafico 4: Eutrophication potential (EP) per fase del ciclo di vita 28

5.3.16. Grafico 5: Formation of ozone of lower atmosphere (POCP) per fase del ciclo di vita 28

5.4. Considerazioni finali 30

1. INTRODUZIONE LCA

La valutazione del ciclo di vita (LCA) è un metodo utilizzato per valutare gli impatti ambientali di un prodotto, di un processo o di un'attività durante il suo intero ciclo di vita, dall'estrazione delle materie prime allo smaltimento. Aiuta le parti interessate a identificare le aree di miglioramento, a minimizzare gli oneri ambientali e a prendere decisioni verso la sostenibilità. L'LCA considera fasi come l'estrazione delle risorse, la produzione, il trasporto, l'uso e lo smaltimento/riciclaggio e inoltre promuove la trasparenza, la responsabilità e l'innovazione, guidando gli sforzi verso un futuro più sostenibile.
L'LCA, inoltre, analizza il consumo di energia, le emissioni e la produzione di rifiuti, consentendo il confronto tra prodotti o processi diversi, permettendo alle parti interessate di valutare i compromessi e prendere decisioni. Che si tratti di valutare l'impatto ambientale dei materiali di imballaggio, dei metodi di produzione dell'energia o dei sistemi di trasporto, l'LCA offre un quadro standardizzato per condurre valutazioni obiettive e promuovere un miglioramento continuo verso pratiche più sostenibili.

Per chiarire, il **settore delle costruzioni** a livello mondiale contribuisce al **39% delle emissioni globali di anidride carbonica di cui l'11%** di questa quota è legata alla fase di produzione dei materiali **(embodied carbon) mentre il 28%** è legata all'energia operativa **(operational carbon).**
È urgente che le aziende inizino ad adottare un approccio circolare al settore delle costruzioni per ridurre le emissioni di carbonio e l'uso di risorse. La produzione della maggior parte dei componenti edilizi richiede grandi quantità di risorse materiali ed energetiche, di conseguenza la necessità di migliorarne l'efficienza aumenterà di pari passo con la crescita della domanda. L'economia circolare rappresenta un modo per superare la contraddizione tra crescita economica e sostenibilità ambientale, passando dall'attuale modello di business lineare (prendere, produrre, usare e smaltire) a un modello di business circolare (ridurre, riutilizzare, riciclare e recuperare).

Pertanto, l'attenzione deve essere rivolta a ridurre radicalmente le emissioni associate alla progettazione, alla costruzione e al funzionamento degli edifici e life cycle assessment rappresenta il mezzo per comprenderne e valutarne l'impatto ambientale.
La categoria di impatto più comunemente trattata dall'LCA è il potenziale di riscaldamento globale, noto anche come impronta di carbonio che quantifica l'impatto dei gas serra sul pianeta. Altre categorie di impatto comuni sono la riduzione dell'ozono, l'acidificazione, l'eutrofizzazione e la formazione di smog.

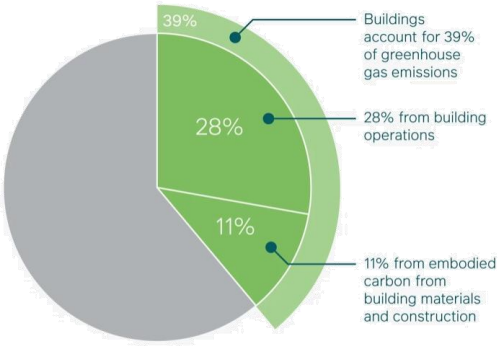


Figura 1 - Quota emissioni di carbonio provenienti dal settore delle costruzioni

2. DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO

La relazione LCA in oggetto verte sulla valutazione degli impatti ambientali durante il ciclo di vita per **l'intervento di riqualificazione e l'ammodernamento di un edificio esistente e l'aggiunta di due nuovi blocchi ufficio** sul sito per la realizzazione di un campus di Data Center sito a Treviglio (BG) in via Della Costa 2, come illustrato nella seguente vista assonometrica del sito.

L'obiettivo è sviluppare un campus di Data Center con una capacità di potenza IT pari a 72 MW (Fase 1), e successivamente, in linea con la tempistica di fornitura energetica stabilita da Terna, Echelon Data Centers prevede lo sviluppo completo del sito nei prossimi cinque anni, a partire dal 2025. Questo includerà un nuovo progetto per una capacità totale di 100 MW IT (Fase 2), soggetto a VIA futura.

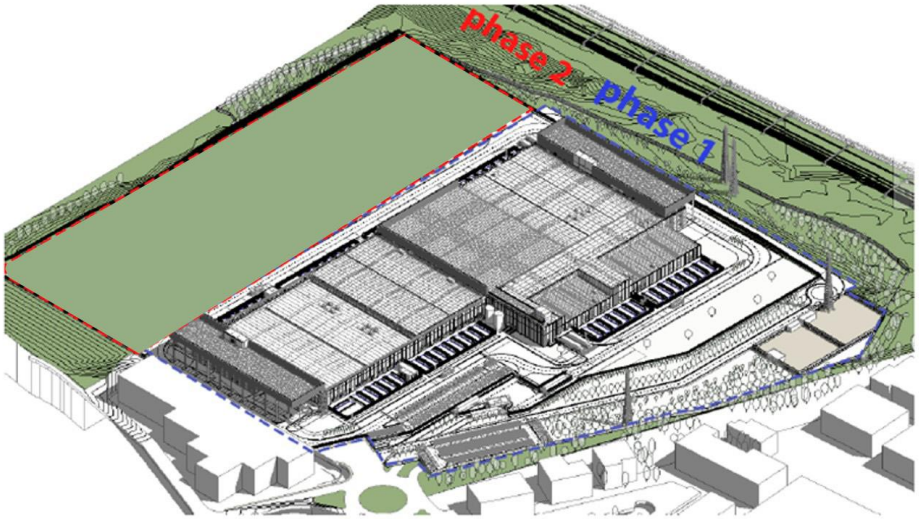


Figura 2 - Masterplan generale del sito

L'edificio principale per la Fase 1 è sviluppato su un unico livello per la parte dedicata al Data Center, e su due livelli per il blocco uffici.

Il principale focus del progetto nella fase RIBA3 è lo sviluppo della Fase 1. Questa fase prevede la **conservazione dell'edificio esistente**, con la demolizione di alcune porzioni non compatibili con lo sviluppo del Data Centre, e l'aggiunta di due nuovi blocchi uffici a nord e a sud dell'edificio esistente.
L'edificio è composto da due aree principali: il Data Centre e il blocco uffici.
Il **blocco Datacenter** sarà suddiviso in **Data Halls** da **10 MW IT, 9 MW IT** e **8 MW IT** ciascuna, dotate delle relative **gallerie tecniche impiantistiche (MEP Gallery),** consentendo un'**attivazione progressiva** delle sale dati. In particolare gli interventi previsti saranno:

- Potenziamento della cabina elettrica esistente fino a una capacità di 100 MVA;
- Realizzazione di 4 sale dati IT per il Tenant 2, ciascuna con una potenza di 9 MW, per un totale di 36 MW di carico IT, situate nella sezione nord dell'edificio esistente;
- Realizzazione di 2 sale dati IT per il Tenant 2, ciascuna con una potenza di 8 MW, per un totale di 16 MW di carico IT, situate nella sezione centrale dell'edificio esistente;
- Realizzazione di 2 sale dati IT ad alta densità per il Tenant MINT, ciascuna con una potenza di 10 MW, per un totale di 20 MW di carico IT, situate nella sezione sud dell'edificio esistente;
- Installazione di tutte le attrezzature accessorie, i servizi e le infrastrutture di supporto necessarie per le realizzazioni sopra descritte.

Il **blocco uffici** includeranno sia **spazi di lavoro**, sia **aree di supporto al Data Centre** (come **baia di carico, magazzini dei Tenant, Engineering Station, SOC, sala d'ingresso, Meet Me Room,** ecc.).

Di seguito si riportano le principali tipologie costruttive adottate all'interno del progetto:

- **Data Hall e MEP Gallery:**
    - Struttura:
        - Parte sud edificio: cemento prefabbricato (pilastri, travi e tegoli "doppia-T")
        - Parte centrale e nord edificio: acciaio;
    - Fondazioni: plinti e travi porta pannello in cemento armato gettati in opera;
    - Involucro:
        - Facciata: pannelli in cemento prefabbricato con isolamento integrato al fine di garantire la barriera termica;
        - Porte: porte in acciaio zincato a caldo;
        - Copertura: pacchetto composto da pannelli sandwich in lana di roccia e relative lattonerie metalliche e guaina bituminosa di base;

- Piccoli volumi in copertura: pannello metallico autoportante, su carpenterie metallica, coibentato in lana di roccia e lamiera metallica in acciaio; grigliato metallico per accesso e manutenzione agli impianti presenti in copertura;
- Barriera acustica: pannellature fonoisolanti e fonoassorbenti su carpenteria metallica;

  - Interni:
    - Controsoffitti: controsoffitto strutturale in metallo fino a h.4,4m al di sopra del quale è presente una griglia strutturale metallica (calpestabile) a h. 5,35 m per consentire l'accesso e la manutenzione degli impianti;
    - Pavimenti: pavimento industriale con finitura in resina e barriera a vapore;
    - Partizioni interne:
      - verso i corridoi di distribuzione: pareti in cartongesso con doppia lastra resistente al fuoco, pareti strutturali in cemento armato e pareti realizzate in blocchi di laterizio o cemento;
      - parete di separazione tra Data Hall e MEP Gallery: lamiera metallica piena fino a un'altezza di circa 4,4 m e, per la parte superiore, con una griglia metallica aperta;
    - Porte: porte in acciaio zincato a caldo;

- **Uffici:**
  - Struttura: cemento prefabbricato (pilastri, travi e tegoli "doppia-T");
  - Fondazioni: plinti in cemento armato gettati in opera;
  - Involucro:
    - Facciata: sistema di facciata continua realizzata con porzioni di pareti vetrate e porzioni opache realizzate in pannelli sandwich;
    - Finestre: serramenti in alluminio a taglio termico, con anta a singola apertura e vetro riflettente;
    - Porte: porte in acciaio zincato a caldo e serrande avvolgibili in alluminio per la baia di carico meccanizzata;
    - Copertura: pacchetto composto da strato di isolamento termico in pannelli PIR (110 mm) e finitura superiore costituita da doppia

membrana impermeabile, con velo di vetro conduttivo interposto per il controllo delle discontinuità, e strato protettivo superficiale;

- Piccoli volumi in copertura: pannello metallico autoportante, su carpenteria metallica, coibentato in lana di roccia e lamiera metallica in acciaio; grigliato metallico per accesso e manutenzione agli impianti presenti in copertura;

- Interni:
  - Controsoffitti:
    - Uffici: pannelli a quadrotte in cartongesso e bande di compensazione in cartongesso semplice standard;
    - Bagni: lastra singola di cartongesso idrorepellente;
  - Pavimenti:
    - Uffici: misto granulare compatto, sabbia, FOAMGLAS BOARD isolante 100mm (Piano terra) oppure XPS (Piano1), barriera a vapore, massetto, pavimento sopraelevato con finitura in PVC;
    - Bagni: misto granulare compatto, sabbia, FOAMGLAS BOARD isolante 100mm (Piano terra) oppure XPS (Piano1), barriera a vapore, massetto armato e massetto alleggerito con finitura in gres porcellanato;
    - Storage e locali tecnici: pavimento industriale, con finitura in resina, FOAMGLAS BOARD isolante 100mm (Piano terra) oppure XPS (Piano1) e barriera al vapore;
  - Partizioni interne:
    - Uffici: pareti in cartongesso con doppia lastra standard e pareti vetrate su struttura metallica;
    - Bagni: pareti in cartongesso con doppia lastra idrorepellente con finitura in gres porcellanato;
    - Storage e locali tecnici: pareti in cartongesso con doppia lastra resistente al fuoco;
  - Porte:
    - Porte in acciaio zincato a caldo;
    - Porte in legno per i bagni;
  - Finestre: serramenti con profili metallici estrusi in lega di alluminio primario;

- Scale e ascensori: vano scale e ascensori in cemento armato gettato in opera, scale in cemento armato.

- **Aree tecniche esterne "Generator yard":**
  - Recinzione: recinzione metallica;
  - Container generatori e locali tecnici (power modules) in pannelli sandwich metallici;
  - Porte: porte in acciaio zincato a caldo (solo per power modules).

- **Aree esterne:**
  - Aree verdi;
  - Pavimentazione autobloccante in calcestruzzo per esterni;
  - Pavimentazione viabilità interna e parcheggi in asfalto;
  - Pavimentazione aree di sosta per rifornimento diesel in cemento;
  - Volumi esterni (guardiania e locale rifiuti) in pannello metallico autoportante, su carpenteria metallica, coibentato in lana di roccia.

3. METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEL CICLO DI VITA

3.1. Software

L'analisi è stata effettuata con il software **One Click LCA**. Il software possiede 11 certificazioni di terze parti ed è conforme a oltre 30 certificazioni e standard per la valutazione del ciclo di vita ed il calcolo dei costi del ciclo di vita, comprese tutte le versioni di LEED e BREEAM. Il software include database globali e locali curati e verificati. L'elenco aggiornato dei database integrati è disponibile all'indirizzo: https://www.oneclicklca.com/support/faq-and-guidance/documentation/database/.

One Click LCA è stato verificato da ITB per la conformità ai seguenti standard LCA: EN 15978, ISO 21931-1 e ISO 21929, e ai requisiti dei dati di ISO 14040 e EN 15804. La documentazione completa sulla conformità è disponibile all'indirizzo:
https://www.oneclicklca.com/support/faq-and-guidance/documentation/compliancy-and certifications/.

ITB è un'organizzazione di certificazione e un Organismo Notificato (registrazione CE n. 1488) della Commissione Europea designato per la certificazione dei prodotti da costruzione. Il Consiglio di accreditamento polacco assicura l'indipendenza e l'imparzialità dei servizi ITB (i certificati di accreditamento sono: AB 023, AC 020, AC 072, AP 113). Le attività di ITB sono condotte in conformità ai requisiti dei seguenti standard di garanzia: ISO 9001, ISO/IEC 27001, ISO/IEC 17025, EN 45011 e ISO/IEC 17021.
Lo strumento supporta la metodologia di caratterizzazione CML e la metodologia di caratterizzazione TRACI. Tutti gli insiemi di dati presenti nello strumento sono conformi agli standard ISO 14040/14044 e alla norma EN 15804.

3.2. Quadro normativo

Il Life Cycle Assessment viene eseguito in base a standard internazionali.
In particolare, tutte le valutazioni del ciclo di vita di edifici e opere di ingegneria civile fornite dalla piattaforma One Click LCA sono conformi ai seguenti **standard internazionali**:

ISO 14040	Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento.
ISO 14044	Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida.
ISO 21930	Sostenibilità negli edifici e nelle opere di ingegneria civile - Regole fondamentali per le dichiarazioni ambientali di prodotto dei prodotti e dei servizi da costruzione.

Gli strumenti della piattaforma LCA One Click utilizzati in ambito europeo sono conformi ai seguenti **standard europei**:

EN 15978	Sostenibilità delle opere di costruzione - Valutazione delle prestazioni ambientali degli edifici - Metodo di calcolo.
EN 15804+A1	Sostenibilità delle opere di costruzione - Dichiarazioni ambientali di prodotto - Regole fondamentali per la categoria dei prodotti da costruzione.

3.3. System Boundary

La norma internazionale ISO 21930 e la norma europea EN 15804 definiscono un modello comune di ciclo di vita per le opere edili e di costruzione. Il modello del ciclo di vita comprende definizioni modulari per le fasi del ciclo di vita, che consentono di confrontare ciascuna fase in modo isolato con altri progetti.
Le informazioni sulle fasi del prodotto (A1-A3) sono sempre rappresentate in modo combinato per le valutazioni a livello di edificio, così come le fasi di fine vita (C1-C4) nella maggior parte dei casi. A seconda dello scopo della LCA, altre fasi possono essere omesse o sostituite con uno scenario in mancanza di informazioni dettagliate.
La scelta del system boundary varia a seconda del livello di dettaglio richiesto dallo studio, principalmente esistono **quattro tipologie di system boundary:**

- **Cradle to Grave** (dalla culla alla tomba);
- Cradle to cradle (dalla culla alla culla) Include la fase di riciclo e riuso;
- Cradle to gate (dalla culla al cancello) Viene esclusa la fase di utilizzo;
- Gate to gate (dal cancello al cancello) Sola fase di fabbricazione e assemblaggio.

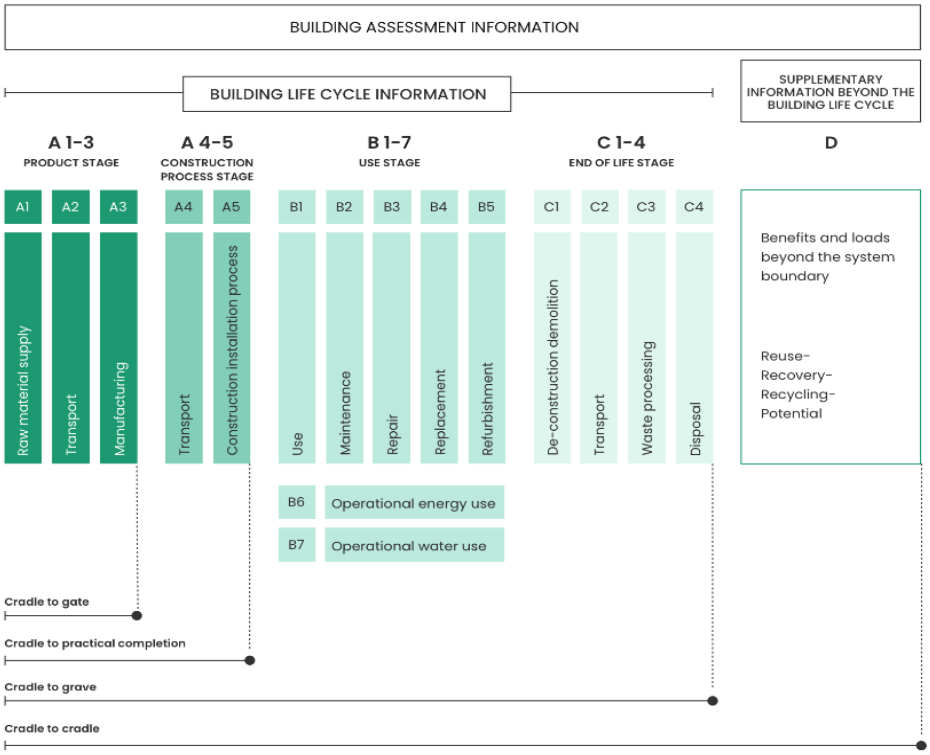


Figura 3 Informazioni sul ciclo di vita dell'edificio e fasi del ciclo di vita

Il system boundary considerato per l'analisi **LCA di LIN10** è **Cradle-to-grave**. Infatti, sono stati considerati gli impatti ambientali dalla culla alla tomba associati a tutte le fasi del ciclo di vita dei materiali da costruzione, come definito nelle sezioni A-1 - A-5, B-1 - B-7 e C-1 - C-4.
Di seguito viene fornita una descrizione delle fasi considerate nella presente valutazione:

- **A1-A3 Materiali da costruzione:** fornitura di materie prime (A1) comprende le emissioni generate quando le materie prime vengono estratte, trasportate alle unità industriali per la lavorazione e trasformate. Si tiene conto anche della perdita di materie prime e di energia. Gli impatti del trasporto (A2) comprendono le emissioni di scarico derivanti dal trasporto di tutte le materie prime dai fornitori all'impianto di produzione del produttore, nonché gli impatti della produzione di combustibili. Gli impatti della produzione (A3) riguardano la fabbricazione dei materiali di produzione e dei combustibili utilizzati dalle macchine, nonché la gestione dei rifiuti formatisi nei processi di produzione presso gli impianti di produzione del produttore fino allo stato di end-of-waste.

- **A4 Trasporto al cantiere:** comprende le emissioni di gas di scarico derivanti dal trasporto del prodotto edilizio dallo stabilimento di produzione del produttore al cantiere, nonché gli impatti ambientali della produzione del combustibile usato;
- **A5 Processo di installazione della costruzione:** include l'energia e le emissioni associate all'assemblaggio e all'installazione in loco dei componenti dell'edificio. I processi che hanno luogo durante questa fase possono variare da semplici attività come la verniciatura e il cablaggio ad attività più energivore come la saldatura e il getto di calcestruzzo;
- **B1-B5 Manutenzione e sostituzione dei materiali:** gli impatti ambientali della manutenzione e delle sostituzioni di materiali (B1-B5) comprendono gli impatti ambientali derivanti dalla sostituzione dei prodotti edilizi al termine della loro vita utile. Le emissioni coprono gli impatti derivanti dall'approvvigionamento delle materie prime, dal trasporto e dalla produzione del nuovo materiale da sostituire, nonché gli impatti derivanti dalla produzione del materiale da sostituire e dalla gestione dei rifiuti fino allo stato di end-of-waste;
- **B6 Consumo energetico operativo:** comprende gli impatti ambientali assocciati al consumo energetico operativo dell'edificio. Questa fase valuta l'energia richiesta per il riscaldamento, il raffreddamento, l'illuminazione e altre funzioni durante l'uso dell'edificio.
- **B7 Consumo idrico operativo**: comprende gli impatti ambientali associati ai consumi idrici nell'edificio, dall'acqua del rubinetto all'acqua utilizzata negli elettrodomestici e in tutti i sistemi installati che utilizzano l'acqua per il loro funzionamento.
- **C1-C4 Decostruzione**: gli impatti della decostruzione comprendono gli impatti del trattamento dei flussi di rifiuti da costruzione riciclabili per il riciclaggio (C3) fino alla fase finale dei rifiuti o gli impatti del pre-trattamento e dello smaltimento in discarica per i flussi di rifiuti che non possono essere riciclati (C4) in base al tipo di materiale. Inoltre, gli impatti della decostruzione includono le emissioni causate dal recupero energetico dei rifiuti.

3.4. Categorie di impatto

I risultati dell'LCA si ottengono con una metodologia chiamata caratterizzazione, che descrive l'impatto ambientale di una determinata emissione. One Click LCA implementa più metodologie di caratterizzazione. Quando non è richiesta alcuna metodologia specifica, One Click LCA implementa per i clienti europei la metodologia di caratterizzazione CML 4.1. IA (come stabilito dalla norma EN 15804+A1).
Altre categorie di impatto seguono i requisiti dei rispettivi sistemi o strumenti di certificazione.

L'analisi **LCA di LIN10** è stata effettuata attraverso le seguenti **cinque categorie di impatto**:

Impact category	Unit(s)	Description

Global warming potential	kgCO2 eq	Descrive i cambiamenti nelle temperature superficiali locali, regionali o globali causati dall'aumento della concentrazione di gas serra nell'atmosfera. Le emissioni di gas serra derivanti dalla combustione di combustibili fossili sono fortemente correlate all'acidificazione e allo smog. Si chiama "Carbon footprint".
Acidification potential	kgSO2 eq	Descrive l'effetto acidificante delle sostanze presenti nell'ambiente. Sostanze come l'anidride carbonica si dissolvono facilmente nell'acqua, aumentandone l'acidità e causando danni agli ecosistemi acquatici.
Eutrophication potential	kgPO4-eq	Descrive l'effetto dell'aggiunta di nutrienti minerali al suolo o all'acqua, che porta alcune specie a dominare un ecosistema, compromettendo la sopravvivenza di altre specie e talvolta provocando la morte di intere popolazioni animali.
Ozone depletion potential	kgCFC11eq	Descrive l'effetto delle sostanze presenti nell'atmosfera di degradare lo strato di ozono, che assorbe e impedisce ai raggi UV solari nocivi di raggiungere la superficie terrestre.
Formation of ozone of lower atmosphere ("tropospheric")	kgC2H4eq	Descrive l'effetto delle sostanze presenti nell'atmosfera che creano lo smog fotochimico. Conosciuto anche come smog estivo.

3.5. Building elements

Nello studio di analisi LCA sono stati inclusi gli elementi costruttivi di seguito elencati:

Category	Element	Included in this study
1. Foundations and substructures	Foundations	Yes
2. Vertical structures and facade	Columns	Yes
	Load-bearing wall	Yes
	Exterior and Semi-exterior Walls	Yes
	Interior Partitions	Yes
	Wall finishes	Yes
3. Horizontal structures: beams, floors and roofs	Slab on Grade	Yes
	Slab	Yes
	Beams	Yes
	Floor Construction	Yes
	Ceiling	Yes

	Floor / Ceiling Finishes	Yes
	Roof Construction	Yes
	Roof Coverings	Yes
4. Other structures and materials	Exterior Windows	Yes
	Exterior Area	Yes
	Exterior Doors	Yes
	Interior Doors	Yes

4. ANALISI LCA DI LIN10

4.1. Dati iniziali

Nella tabella seguente sono sintetizzati i **parametri chiave** dell'analisi LCA condotta per il Data Center LIN10

Parametro	Descrizione
Tipo di edificio	Data Center
GIFA	42.170 mq
Vita utile richiesta	50 anni per l'edificio
Tipo di intervento	Intervento di riqualificazione
System boundary	Cradle to Grave
Metodo di valutazione	Levels valutazione del ciclo di vita (+A1) -> dati CML (EN15804+A1)

4.2. Fonte dei dati

L'analisi è stata condotta basandosi sulle seguenti fonti di dati:

Tipo di dati	Fonte dei dati
Quantità di materiale (A1-A3)	Sono state considerate le quantità precise di tutti i materiali. Le quantità dei materiali sono state calcolate in base ai disegni di progetto, ai computi metrici estimativi e ai modelli BIM.
Distanze di trasporto del materiale (A4)	Scenari di trasporto applicabili a livello regionale da One Click LCA. Rappresentano le distanze e i metodi di trasporto tipici della regione per i tipi di prodotto, che sono rilevanti quando non vengono prese decisioni sui fornitori.
Costruzione e installazione (A5)	Gli impatti si basano sui valori predefiniti conservativi di One Click LCA.
Impatti materiali in uso (B1-B5)	Le vite utili dei materiali si basano sui valori tipici dei materiali in questione, che sono stati esaminati per verificarne la pertinenza con il progetto. I valori sono stati adattati dove necessario. Le attività di manutenzione e riparazione dei materiali non sono state incluse nell'ambito; si è ipotizzato che i materiali vengano sostituiti integralmente al termine della loro vita utile.
Consumo energetico della fase d'uso (B6)	Gli impatti si basano sull'analisi energetica dettagliata eseguita per questo progetto.
Fase di utilizzo acqua consumo di acqua (B7)	Gli impatti sono stati omessi da questa analisi poiché non mandatory.
Impatti a fine vita (C1-C4)	Gli impatti di fine vita sono basati sugli scenari di One Click LCA che rappresentano il tipico processo di fine vita per i tipi di materiali in conformità con i requisiti della norma EN 15804+A1.

4.3. Strategia sui materiali

Le emissioni legate al **processo di produzione, costruzione, uso, manutenzione e fine vita dei materiali** creano un impatto ambientale immediato, diretto e irreversibile nel breve periodo. Per tale motivo, sono state adottate le seguenti **strategie sostenibili** per limitare fin da subito le emissioni globali, accelerando i progressi verso gli obiettivi di sostenibilità:

- **Utilizzo di una struttura e facciata esistente:** Il progetto prevede il riuso integrale della struttura e del sistema di facciata esistenti della Data Hall, con interventi puntuali di miglioramento strutturale e funzionale. Questa scelta consente di eliminare gli impatti di produzione e costruzione (A1–A5) associati alla realizzazione ex-novo degli stessi elementi (calcestruzzo, acciaio, componenti di facciata), riducendo al contempo rifiuti da costruzione e demolizione e fabbisogno di nuove risorse.

  Nella tabella seguente sono riportati i risultati del confronto LCA tra la struttura esistente riutilizzata e uno scenario di nuova struttura equivalente, che evidenziano la significativa riduzione degli impatti ambientali ottenuta grazie al riuso.

Categorie di impatto	Struttura esistente	Nuova struttura equivalente	% risparmio
Global warming (GWP) - kg CO2e	1,45E+05	8,48E+06	98%
Ozone Depletion (ODP) - kg CFC11e	2,67E-02	3,29E-01	92%
Acidification (AP) - kg SO2e	6,81E+02	2,17E+04	97%
Eutrophication (EP) - kg PO4e	1,45E+02	4,73E+03	97%
Formation of ozone of lower atmosphere (POCP) - kg Ethenee	1,29E+01	1,62E+03	99%

- **Selezione di materiali edili a basso impatto:** Sono stati scelti materiali a basso impatto ambientale, certificati con EPD e con alto contenuto di riciclato, in alternativa a quelli tradizionalmente impiegati nel settore delle costruzioni. Materiali con certificazione EPD forniscono informazioni dettagliate sull'impatto ambientale dei prodotti, consentendo di fare scelte informate che minimizzano le emissioni dei gas climalteranti. Inoltre, i materiali con un alto contenuto di riciclato richiedono generalmente meno energia per essere prodotti rispetto ai materiali vergini, poiché il processo di recupero e lavorazione dei materiali riciclati è spesso meno energivoro.

  Di seguito sono riportati i principali materiali a basso impatto dotati di EPD selezionati nella progettazione dell'edificio per ridurre gli impatti ambientali:

  - **Pannello sandwich**

    L'impatto dei pannelli sandwich utilizzati per il progetto di LIN10 è stato ridotto utilizzando i prodotti di **Isopan** dotato di EPD e con impatto ambientale minore rispetto ai prodotti standard del mercato italiano.

- **Ceramiche Marazzi**

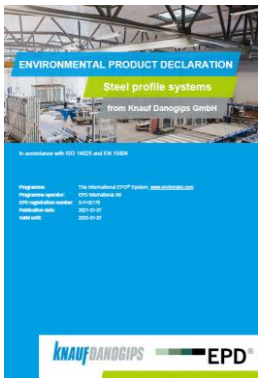
  L'impatto delle ceramiche utilizzate per il progetto di LIN10 è stato ridotto utilizzando i prodotti di **Marazzi** dotati di EPD e con impatto ambientale minore rispetto ai prodotti standard del mercato italiano.

- **Cartongessi Knauf e Gyproc**

  L'impatto delle lastre in cartongesso utilizzate per il progetto di LIN10 è stato ridotto utilizzando i prodotti di **Knauf** e **Gyproc** dotati di EPD e con impatto ambientale minore rispetto ai prodotti standard del mercato italiano.

- **Profili metallici cartongessi**

L'impatto dei profili metallici dei cartongessi utilizzati per il progetto di LIN10 è stato ridotto utilizzando i prodotti di **Knauf** dotati di EPD e con impatto ambientale minore rispetto ai prodotti standard del mercato italiano.



- **Isolanti**

  L'impatto degli isolanti utilizzati per il progetto di LIN10 è stato ridotto utilizzando i prodotti di **Knauf** dotati di EPD e con impatto ambientale minore rispetto ai prodotti standard del mercato italiano.

- **Utilizzo di tecnologie costruttive avanzate:** Si è privilegiato l'uso di sistemi prefabbricati o a secco rispetto ai metodi tradizionali o in opera, aumentando l'efficienza e riducendo i tempi di costruzione. Il prefabbricato permette di ridurre gli sprechi e gli scarti rispetto alla costruzione in opera. Inoltre, permettono di ridurre i tempi di costruzioni e di conseguenza le emissioni dovute alla manodopera.

  Di seguito sono riportati i principali sistemi a secco adottati nel progetto:

  - Partizioni interne: Cartongesso su orditura metallica;
  - Controsoffitti: Cartongesso su orditura metallica;

- Involucro e copertura: Pannelli Sandwich;
- Pavimenti: Pavimento sopraelevato.

- **Approvvigionamento locale:** Sono stati privilegiati i materiali prodotti localmente. Questa scelta comporta una riduzione significativa delle emissioni andando a ridurre le distanze di trasporto, le quali rappresentano una parte significativa delle emissioni dei gas climalteranti di un progetto. Inoltre, i materiali locali possono essere più facilmente riutilizzati o riciclati, favorendo un approccio circolare che contribuisce a ridurre le emissioni complessive di un progetto.

4.4. Strategia impiantistiche

Sono state implementate numerose strategie progettuali e impiantistiche per contenere l'impatto energetico complessivo e migliorarne l'efficienza. Tra le principali misure adottate si segnalano:

- l'implementazione di sistemi di raffreddamento ad alta efficienza, come il free cooling;
- il contenimento delle corsie calde e fredde per evitare la miscelazione dell'aria e ottimizzare il raffreddamento;
- l'adozione di UPS e alimentatori ad alta efficienza, riducendo le perdite nelle trasformazioni di energia elettrica;
- l'impiego di fonti di energia rinnovabile per ridurre l'impatto ambientale complessivo;
- l'ottimizzazione dell'illuminazione tramite lampade a LED e sistemi di controllo automatico, in grado di regolare il consumo in base agli effettivi fabbisogni operativi;
- vasca raccolta acque meteoriche.

Un indicatore chiave per la valutazione dell'efficienza energetica di un Data Center è il **PUE** (Power Usage Effectiveness), che rappresenta il rapporto tra l'energia totale assorbita dall'edificio e quella effettivamente utilizzata dalle apparecchiature IT. Un PUE più basso è indicativo di una maggiore efficienza complessiva. Grazie all'adozione delle soluzioni sopra descritte, è stato possibile contenere il valore di PUE (**1,4**), contribuendo a una gestione energetica più sostenibile.

5. RISULTATI LCA DI LIN10

I risultati dell'analisi LCA condotta per il data center LIN10 sono sintetizzati di seguito e sono distinti in base agli impatti dovuti dai soli materiali da costruzione e alla loro futura dismissione e quelli dovuti ai consumi energetici.

5.1. Riepilogo dei risultati LCA materiali – Embodied impact

La tabella evidenzia la **quantificazione dell'impatto ambientale totale**, attribuibile alla costruzione e dismissione dell'edificio e al ciclo di vita dei materiali utilizzati.

Building life cycle – Embodied impact						
Fasi		**Impact category**				
		Global warming	Ozone Depletion	Acidification	Eutrophication	Formation of ozone
		kg CO2e	kg CFC11e	kg SO2e	kg PO4e	kg Ethenee
A1-A3	Materiali da costruzione	$1,85x10^{7}$	1,27	$6,06x10^{4}$	$2,74x10^{4}$	$5,13x10^{3}$
A4	Trasporto al cantiere	$6,35x10^{5}$	$1,12x10^{-1}$	$1,50x10^{3}$	$3,18x10^{2}$	7,84x10
A5	Costruzione e installazione	$1,15x10^{6}$	$7,37x10^{-2}$	$3,94x10^{3}$	$1,19x10^{3}$	$3,54x10^{2}$
B1-B5	Manutenzione e sostituzione dei materiali	$2,21x10^{6}$	$1,60x10^{-1}$	$1,05x10^{4}$	$2,01x10^{3}$	$9,46x10^{2}$
C1-C4	Fine vita	$8,25x10^{5}$	$1,45x10^{-1}$	$3,54x10^{3}$	$7,01x10^{2}$	5,91x10

5.2. Riepilogo dei risultati LCA energia – Operational impact

La tabella evidenzia la **quantificazione dell'impatto ambientale totale**, attribuibile alle fasi di utilizzo e gestione dell'edificio.

Building life cycle – Operational impact						
Fasi		**Impact category**				
		Global warming	Ozone Depletion	Acidification	Eutrophication	Formation of ozone
		kg CO2e	kg CFC11e	kg SO2e	kg PO4e	kg Ethenee
B6	Consumo energetico della fase d'uso	$2,39x10^{10}$	$1,86x10^{3}$	$9,85x10^{7}$	$1,94x10^{7}$	$3,95x10^{6}$

5.3. Grafici materiali - Embodied impact

5.3.1. Grafico 1: Global warming potential (GWP) per fase del ciclo di vita

Il grafico seguente illustra il potenziale di riscaldamento globale (GWP) per ciascuna fase del ciclo di vita dei materiali, considerando esclusivamente l'embodied impact. Dai risultati emerge chiaramente che le fasi **A1-A3** sono le principali responsabili delle emissioni di GWP.

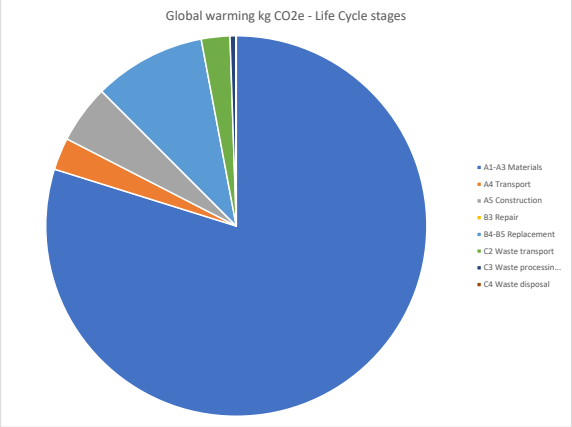


Figura 4 - GWP per fase del ciclo di vita

5.3.2. Grafico 2: Global warming potential (GWP) per elemento costruttivo

Il grafico seguente illustra il potenziale di riscaldamento globale (GWP) per ciascun elemento costruttivo, considerando esclusivamente l'embodied impact. Dai risultati emerge chiaramente che le **strutture** (fondazioni, pilastri, travi ect) sono le principali responsabili delle emissioni di GWP.

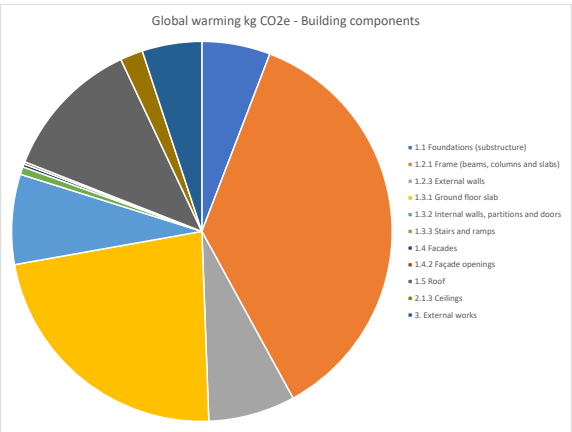


Figura 5 - GWP per elemento costruttivo

5.3.3. Grafico 3: Ozone depletion potential (ODP) per fase del ciclo di vita

Il grafico seguente illustra il potenziale di eliminazione dell'ozono (ODP) per ciascuna fase del ciclo di vita dei materiali, considerando esclusivamente l'embodied impact. Dai risultati emerge chiaramente che le fasi **A1-A3** sono le principali responsabili.

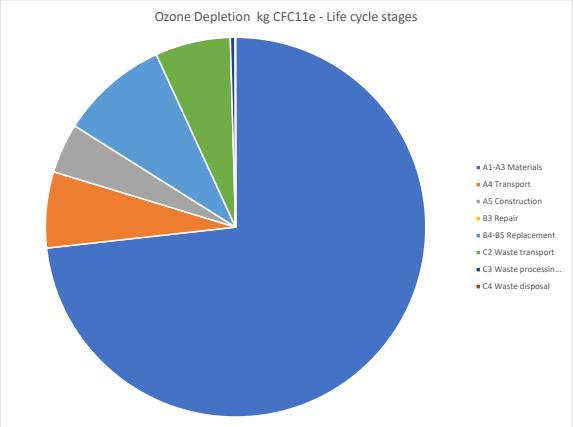


Figura 5 - ODP per fase del ciclo di vita

5.3.4. Grafico 4: Ozone depletion potential (ODP) per elemento costruttivo

Il grafico seguente illustra il potenziale di eliminazione dell'ozono (ODP) per ciascun elemento costruttivo, considerando esclusivamente l'embodied impact. Dai risultati emerge chiaramente che le **strutture** (fondazioni, pilastri, travi ect) sono le principali responsabili.

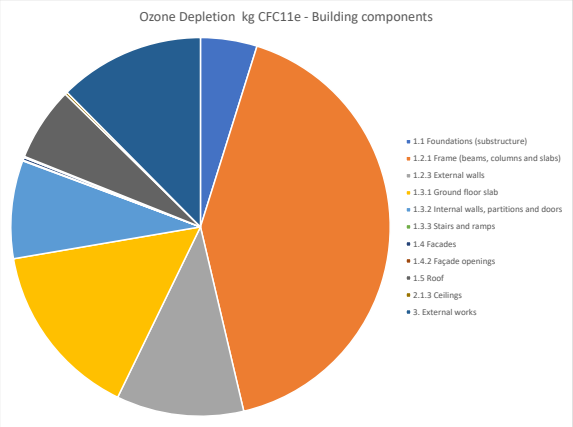


Figura 6 - ODP per elemento costruttivo

5.3.5. Grafico 5: Acidification potential (AP) per fase del ciclo di vita

Il grafico seguente illustra il potenziale di acidificazione (AP) per ciascuna fase del ciclo di vita dei materiali, considerando esclusivamente l'embodied impact. Dai risultati emerge chiaramente che le fasi **A1-A3** sono le principali responsabili delle emissioni di ossidi di zolfo.

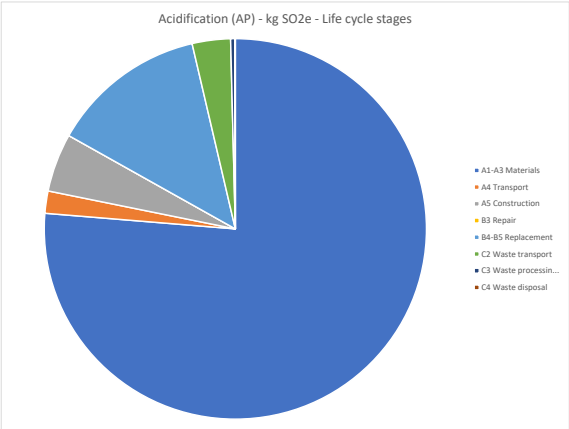


Figura 7 - AP per fase del ciclo di vita

5.3.6. Grafico 6: Acidification potential (AP) per elemento costruttivo

Il grafico seguente illustra il potenziale di acidificazione (AP) per ciascun elemento costruttivo, considerando esclusivamente l'embodied impact. Dai risultati emerge chiaramente che le **strutture** (fondazioni, pilastri, travi ect) sono le principali responsabili delle emissioni di ossidi di zolfo.

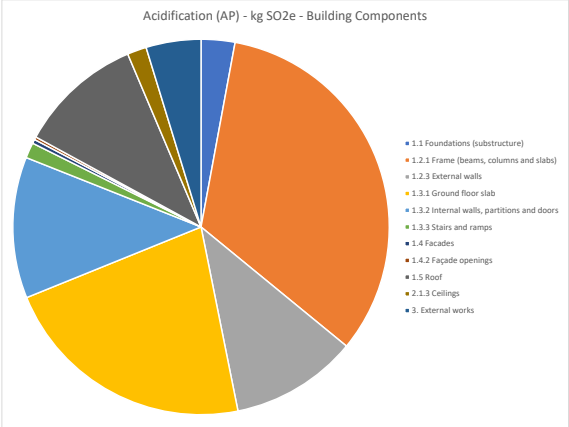


Figura 8 - AP per elemento costruttivo

5.3.7. Grafico 7: Eutrophication potential (EP) per fase del ciclo di vita

Il grafico seguente illustra il potenziale di eutrofizzazione (EP) per ciascuna fase del ciclo di vita dei materiali, considerando esclusivamente l'embodied impact. Dai risultati emerge chiaramente che le fasi **A1-A3** sono le principali responsabili delle emissioni gassose che comportano il rilascio di fosfati.

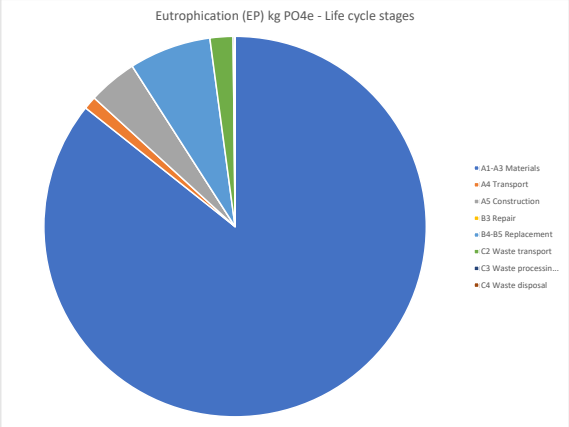


Figura 9 - EP per fase del ciclo di vita

5.3.8. Grafico 8: Eutrophication potential (EP) per elemento costruttivo

Il grafico seguente illustra il potenziale di eutrofizzazione (EP) per ciascun elemento costruttivo, considerando esclusivamente l'embodied impact. Dai risultati emerge chiaramente che le **strutture** (fondazioni, pilastri, travi ect) sono le principali responsabili delle emissioni gassose che comportano il rilascio di fosfati.

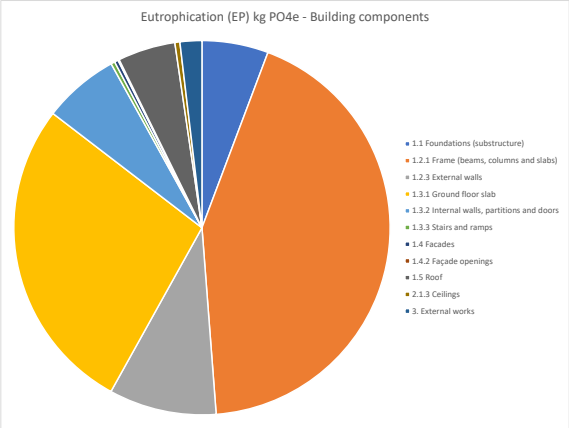


Figura 10 - EP per elemento costruttivo

5.3.9. Grafico 9: Formation of ozone of lower atmosphere (POCP) per fase del ciclo di vita

Il grafico seguente illustra il potenziale di formazione di ozono fotochimico (POCP) per ciascuna fase del ciclo di vita dei materiali, considerando esclusivamente l'embodied impact. Dai risultati emerge chiaramente che le fasi **A1-A3** sono le principali responsabili delle emissioni degli inquinanti primari, ossia ossidi di azoto e composti organici volatili.

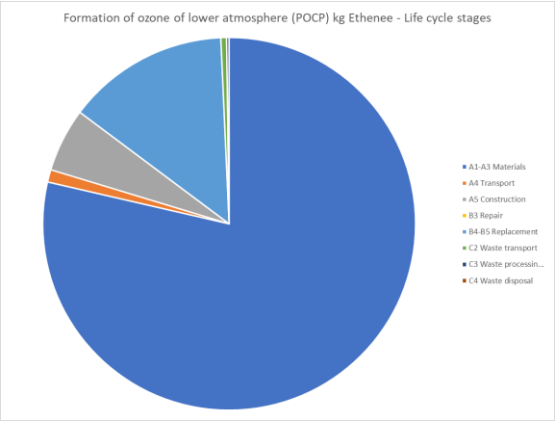


Figura 11 - POCP per fasi del ciclo di vita

5.3.10. Grafico 9: Formation of ozone of lower atmosphere (POCP) per elemento costruttivo

Il grafico seguente illustra il potenziale di formazione di ozono fotochimico (POCP) per ciascun elemento costruttivo, considerando esclusivamente l'embodied impact. Dai risultati emerge chiaramente che le **strutture** (fondazioni, pilastri, travi ect) sono le principali responsabili delle emissioni degli inquinanti primari, ossia ossidi di azoto e composti organici volatili.

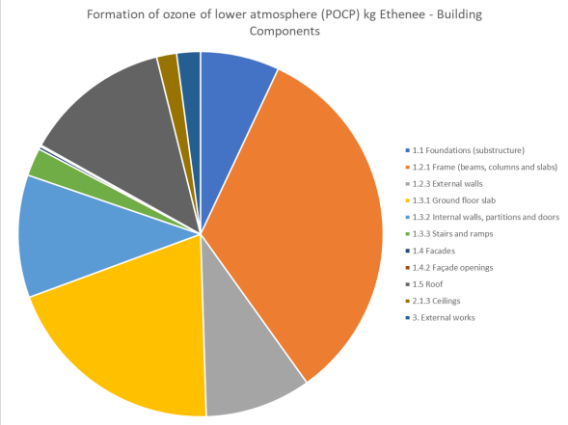


Figura 12 - POCP per elemento costruttivo

5.3.11. Grafici energia - Operational impact

5.3.12. Grafico 1: Global warming potential (GWP) per fase del ciclo di vita

Il grafico seguente illustra il potenziale di riscaldamento globale (GWP) per ciascuna fase del ciclo di vita, confrontando l'embodied e l'operational impact. Dai risultati emerge chiaramente che la fase B6 è la principale responsabile delle emissioni di GWP.

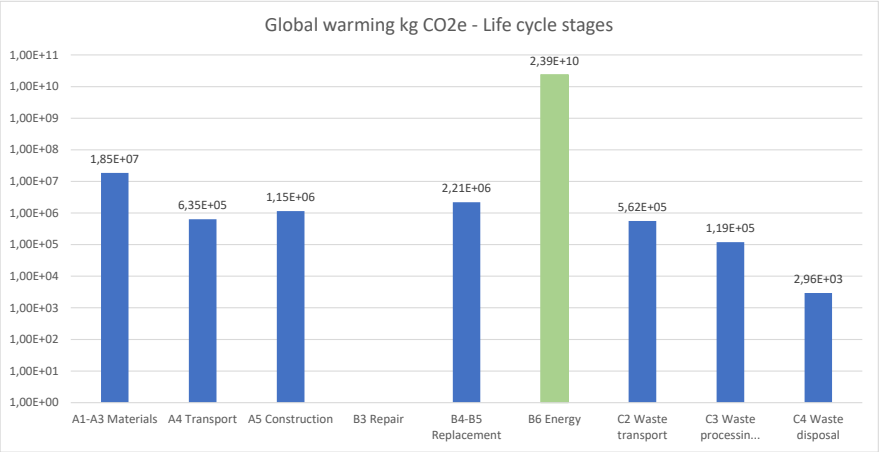


Figura 13 – Confronto GWP tra embodied e operational impact

5.3.13. Grafico 2: Ozone depletion potential (ODP) per fase del ciclo di vita

Il grafico seguente illustra il potenziale di eliminazione dell'ozono (ODP) per ciascuna fase del ciclo di vita, confrontando l'embodied e l'operational impact. Dai risultati emerge chiaramente che la fase B6 è la principale responsabile delle emissioni.

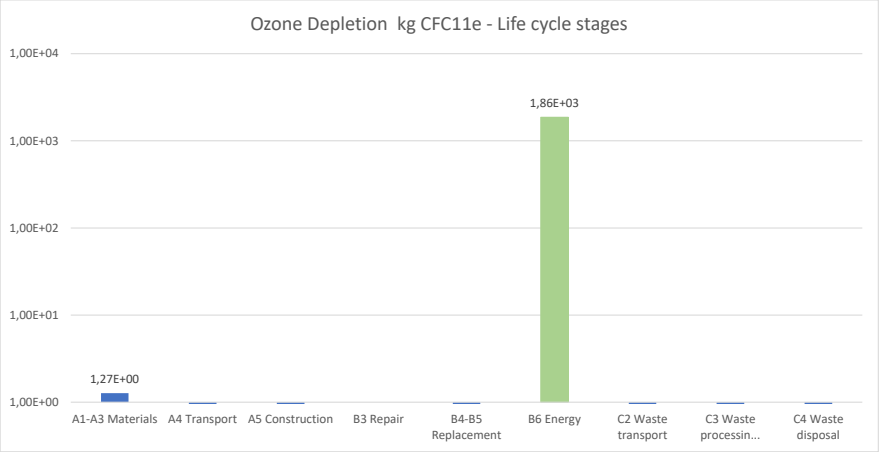


Figura 14 - Confronto ODP tra embodied e operational impact

5.3.14. Grafico 3: Acidification potential (AP) per fase del ciclo di vita

Il grafico seguente illustra il potenziale di acidificazione (AP) per ciascuna fase del ciclo di vita, confrontando l'embodied e l'operational impact. Dai risultati emerge chiaramente che la fase B6 è la principale responsabile delle emissioni di ossidi di zolfo.

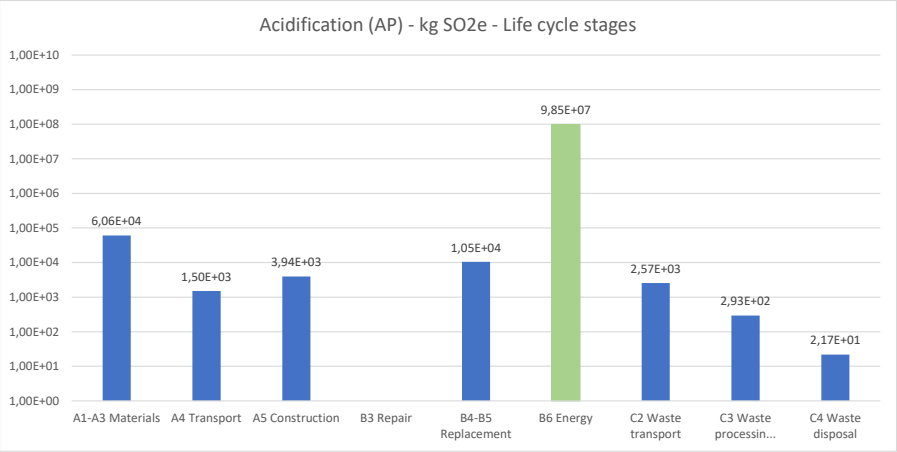


Figura 15 - Confronto AP tra embodied e operational impact

5.3.15. Grafico 4: Eutrophication potential (EP) per fase del ciclo di vita

Il grafico seguente illustra il potenziale di eutrofizzazione (EP) per ciascuna fase del ciclo di vita, confrontando l'embodied e l'operational impact. Dai risultati emerge chiaramente che la fase B6 è la principale responsabili delle emissioni gassose che comportano il rilascio di fosfati.

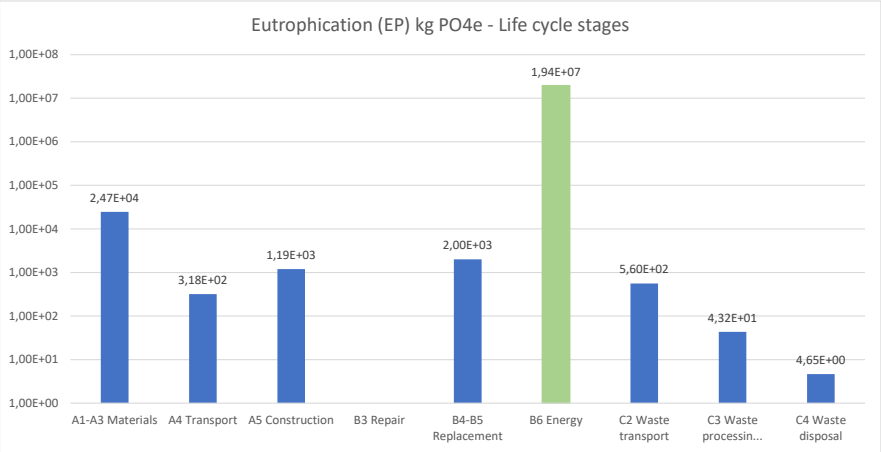


Figura 16 - Confronto AP tra embodied e operational impact

5.3.16. Grafico 5: Formation of ozone of lower atmosphere (POCP) per fase del ciclo di vita

Il grafico seguente illustra il potenziale di formazione di ozono fotochimico (POCP) per ciascuna fase del ciclo di vita, confrontando l'embodied e l'operational impact. Dai risultati emerge chiaramente che la fase B6 è la principale responsabili delle emissioni degli inquinanti primari, ossia ossidi di azoto e composti organici volatili.

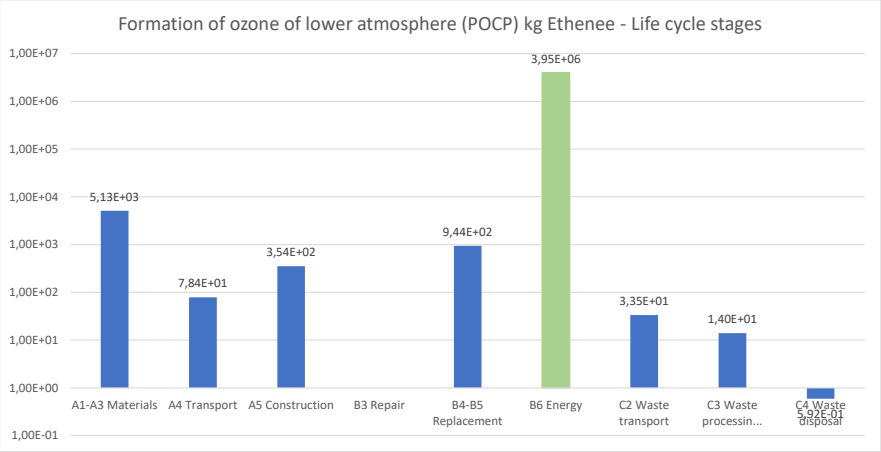


Figura 17 - Confronto POCP tra embodied e operational impact

5.4. Considerazioni finali

Dall'analisi condotta, è emerso che per il **Data Center LIN10** le fasi del ciclo di vita dei materiali che esercitano la maggiore influenza sulle categorie di impatto esaminate sono A1 (estrazione e produzione dei materiali), A2 (trasporto dei materiali) e A3 (produzione dell'opera). Invece, le **strutture** si confermano come l'elemento costruttivo con il maggiore impatto ambientale.
Complessivamente, le emissioni legate alla fase B6 (Consumi energetici nella fase di uso) sono predominanti rispetto alle altre poiché, trattandosi di un Data Center, l'edificio è caratterizzato da consumi energetici molto elevati in fase di esercizio.
Alla luce di questi risultati, è fondamentale sottolineare **l'efficacia delle strategie adottate**, che sono state specificamente orientate verso il riuso delle strutture e facciata esistenti, la scelta di materiali sostenibili, l'uso di strutture prefabbricate, considerate meno impattanti rispetto a quelle in calcestruzzo gettato in opera e l'implementazione di strategie impiantistiche volte a contenere l'impatto energetico complessivo. Queste scelte si sono rivelate particolarmente utili, poiché mirano **a ridurre gli impatti nelle fasi e negli elementi più significativi**, confermando l'importanza di approcci progettuali consapevoli e responsabili.